



DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA A CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS ORIUNDOS DE ATERROS SANITÁRIOS

Oliveira, C. S.¹ Carvalho, L. O.¹ Azevedo, J. B.¹ Souza, G. C.²

¹Instituto de Ciência, Tecnologia e Inovação, Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Rua do Telégrafo, s/n, Centro – Camaçari, BA, Brasil. Cep: 42809-000

²ECOPEL indústria de embalagens plásticas LTDA. Rua do Convento - Mata de São João, BA, Brasil. CEP:48280-000

*(ceciliaoliveira030@gmail.com; carvalho.l@ufba.br; Joyce.azevedo@ufba.br;
giscardisouza@yahoo.com.br)*

Resumo

A gestão eficiente de resíduos plásticos em lixões é vital, especialmente onde não há coleta seletiva. Muitos desses resíduos poderiam ser reciclados, reduzindo a poluição e otimizando recursos. A coleta seletiva facilita a separação e destino adequado dos materiais recicláveis, mas a umidade e contaminantes podem comprometer sua qualidade. Controlar a umidade nos plásticos é essencial para sua reciclabilidade. Este estudo desenvolveu uma metodologia para analisar uma amostra de 19,410 kg de resíduos da Região Metropolitana de Salvador, focando na determinação de umidade e separação em categorias. A metodologia incluiu secagem em estufa e lavagem manual. Resultados mostraram que plásticos brutos tinham 40% de umidade inicial. A lavagem manual aumentou a umidade, que foi reduzida levemente após secagem. O plástico limpo e seco representou 95% do plástico bruto. A gestão eficaz envolve lavagem e secagem, tornando os resíduos adequados para reciclagem, melhorando a gestão ambiental e preservando recursos naturais.

Palavras Chave: Reciclagem, Resíduos de lixões, Controle de umidade.

INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos urbanos é um desafio crescente nas sociedades contemporâneas, impulsionado pelo aumento populacional, expansão urbana e mudanças nos padrões de consumo [1]. Entre os diversos tipos de resíduos gerados, aqueles provenientes de lixões e aterros sanitários representam uma parcela significativa, cuja gestão inadequada pode acarretar sérios problemas ambientais, sociais e econômicos [2]. Assim, a caracterização detalhada dos resíduos é um passo essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo e reciclagem [3].

A produção e o consumo de plásticos cresceram exponencialmente nas últimas décadas, tornando o plástico um componente predominante dos resíduos sólidos urbanos. Em muitos municípios brasileiros a prática comum ainda é o descarte inadequado dos resíduos, sem qualquer forma de segregação ou coleta seletiva, levando-os diretamente para lixões ou aterros sanitários a céu aberto [4]. Essa prática não apenas contribui para a poluição ambiental, mas também representa uma perda econômica significativa, pois materiais potencialmente recicláveis acabam sendo desperdiçados.

Além disso, estudos realizados em Itacoatiara revelaram que cerca de 37,40% dos resíduos sólidos urbanos coletados são materiais recicláveis, incluindo papel/papelão, plásticos, metais e vidros [4]. No entanto, a falta de um sistema eficiente de coleta seletiva e a ausência de políticas públicas eficazes impedem a maximização desse potencial. Outro estudo realizado em São Luiz do Quitunde - AL destacou a importância da sensibilização e educação ambiental para promover a coleta seletiva e reduzir o impacto ambiental do descarte inadequado de plásticos [5]. A implementação de programas de coleta seletiva pode não apenas reduzir o volume de resíduos destinados aos aterros, mas também gerar renda para a comunidade local através da comercialização de materiais recicláveis.

Entretanto, o descarte de resíduos plásticos em aterros sanitários ainda é uma prática comum devido à falta de alternativas viáveis de gerenciamento de resíduos. Em Salvador, diariamente, cerca de 2.500 toneladas de resíduos sólidos urbanos são coletadas, dos

quais uma grande parte é composta por resíduos orgânicos e uma fração significativa, cerca de 7%, são rejeitos que acabam sendo destinados a aterros sanitários ou, em alguns casos, ainda dispostos de maneira inadequada [6]. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece uma ordem de prioridade para a gestão dos resíduos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos [7]. No entanto, a implementação dessas diretrizes é frequentemente insuficiente, resultando em práticas inadequadas de disposição final.

Portanto, a classificação dos resíduos é fundamental para a implementação de sistemas eficazes de reciclagem. A análise gravimétrica dos resíduos é uma ferramenta essencial que permite identificar a quantidade e o tipo de materiais presentes nos resíduos sólidos urbanos. A aplicação de métodos como a segregação detalhada dos resíduos em categorias específicas, como plásticos, papéis, metais e vidros, é crucial para o desenvolvimento de estratégias de reciclagem eficientes e para a viabilização econômica da coleta seletiva [3].

A compreensão detalhada da composição dos resíduos plásticos é crucial não apenas para otimizar os processos de reciclagem, mas também para identificar oportunidades de inovação na gestão de resíduos. Estudos recentes indicam que a integração de tecnologias avançadas, como a análise automatizada por sensores e a utilização de inteligência artificial para a triagem de materiais, pode melhorar significativamente a eficiência da segregação e do reaproveitamento dos plásticos. Essas abordagens tecnológicas têm o potencial de aumentar a precisão na identificação dos tipos de plásticos e reduzir os custos operacionais, além de minimizar a contaminação dos fluxos de resíduos recicláveis. Assim, a pesquisa contínua e a adoção de novas tecnologias são essenciais para superar os desafios atuais e promover uma gestão de resíduos plásticos mais eficaz e sustentável. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é descrever a metodologia utilizada para caracterização de amostras de resíduos plásticos urbanos e analisar os resultados obtidos a partir dela.

MATERIAIS E MÉTODOS

1. Coleta e Preparação da Amostra

1.1 Coleta da Amostra

A amostra de resíduos utilizada neste estudo foi obtida junto à ECOPEL Reciclagem & Logística Reversa, designada como CDR-like. Esta amostra é composta por resíduos coletados de lixões situados na Região Metropolitana de Salvador. O material foi sistematicamente acondicionado em um saco plástico transparente e selado, com um peso total de 19,410 kg. As especificidades do procedimento de coleta não foram detalhadas pela empresa fornecedora.

1.2 Transporte e Armazenamento

A amostra, oriunda de lixões da Região Metropolitana de Salvador, foi encaminhada ao Laboratório de Desenvolvimento de Materiais do Instituto de Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal da Bahia. No laboratório, a amostra foi armazenada em um ambiente controlado para evitar contaminações adicionais e preservar suas características originais, conforme coletadas, até o início dos procedimentos de caracterização.

2. Procedimentos Metodológicos

2.1 Classificação, Separação e Pesagem

Para a caracterização inicial, os resíduos presentes na amostra CDR-like foram separados manualmente em categorias específicas utilizando caixas plásticas como recipientes. A separação foi realizada em ambiente controlado para evitar contaminações externas. As categorias de classificação utilizadas foram as seguintes:

- Papelão
- Plástico
- Tecido

- Orgânico (incluindo areia, restos de comida, fraldas, absorventes, material médico-hospitalar, papel tipo guardanapos e papel higiênico sujos, dejetos humanos e animais, etc.)
- Vegetal (galhos, folhas e raízes secas)
- Diversos (incluindo alumínio, borrachas, entre outros)

Após a separação, os materiais foram identificados com etiquetas apropriadas e pesados individualmente utilizando uma balança de precisão da marca Líder, modelo LD 1050, com capacidade máxima de 30 kg. Este procedimento permitiu a obtenção de dados precisos sobre a composição gravimétrica dos resíduos.

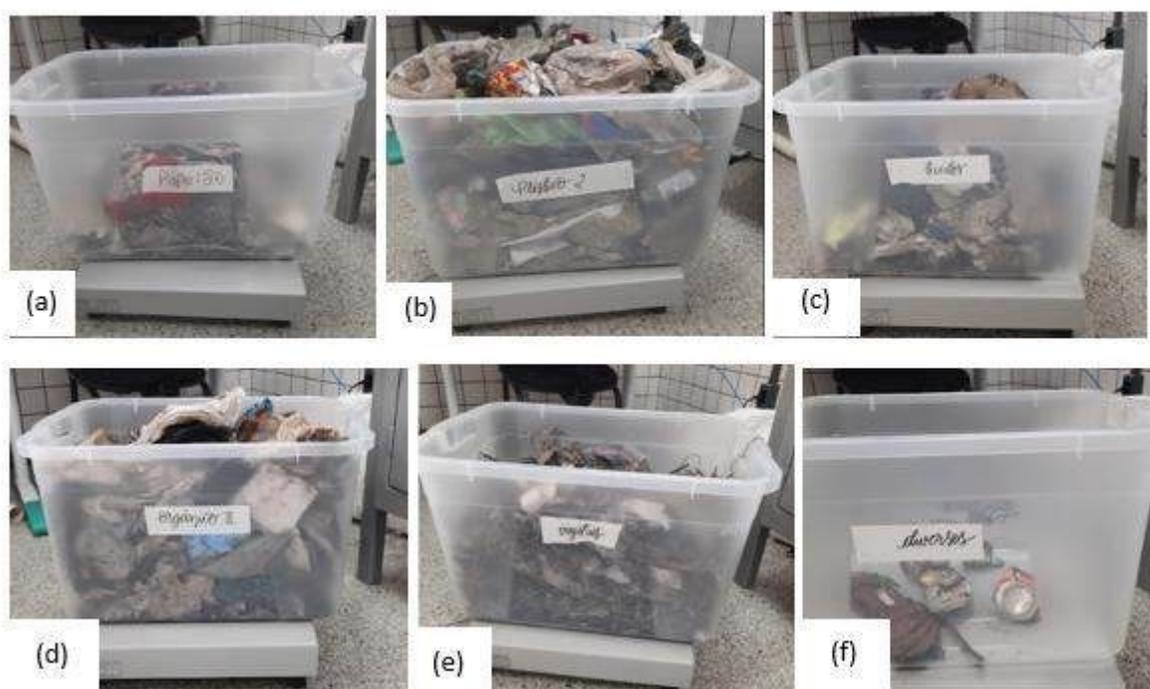


Figura 1 - Resíduo separado. (a) Papelão; (b) Plásticos; (c) Tecidos; (d) Orgânico; (e) Vegetais; (f) Diversos. **Fonte:** Autoria própria.

2.2 Determinação de Umidade

Em diferentes etapas do processo de caracterização, foram realizadas medições da umidade das amostras. Denominou-se as etapas como: CDR-like, Plástico Bruto, Plástico Limpo (Figura 4) . Para tanto, amostras do resíduo foram retiradas de modo aleatório, utilizando uma tesoura de corte, para então serem submetidas à secagem em

estufa por 60 minutos e 100°C. A estufa utilizada é um equipamento digital de esterilização e secagem, com circulação e renovação de ar, capacidade de 150L, modelo EESCRA-150D da marca Vulcan (Figura 5).



Figura 2 - Amostras para determinação de umidade. (a)CDR-like; (b) Plástico Bruto; (c) Plástico Limpo. **Fonte:** Autoria própria.



Figura 3 - Amostras submetidas à secagem para determinação de umidade em estufa. **Fonte:** Autoria própria.

A umidade foi relacionada com a massa da amostra úmida e seca. Denominamos amostra úmida a retirada do resíduo sem qualquer benefício, e amostra seca o resíduo que foi submetido a secagem. Utilizou-se uma balança de precisão Shimadzu modelo ATX224, com carga máxima de 220g, para realizar as pesagens nesta etapa. O percentual de umidade foi determinado utilizando a relação da equação (1):

$$Umidade (\%) = \frac{(Massa \text{ úmida} - Massa \text{ seca})}{Massa \text{ úmida}} \times 100\% \quad (1)$$

2.3 Procedimento de Lavagem

Os resíduos plásticos separados foram submetidos a um processo de lavagem manual para remoção de contaminantes superficiais. A lavagem foi realizada utilizando sabão neutro, água corrente, esponjas e escovas. Este procedimento visou eliminar resíduos como areia, óleo e outros contaminantes aderidos ao plástico.

2.4 Secagem Pós-Lavagem

Após a lavagem, os resíduos plásticos foram submetidos novamente à secagem em estufa para remover a umidade residual. A secagem foi realizada a 100°C por 60 minutos, utilizando bandejas de alumínio para acomodar os resíduos de forma distribuída, garantindo uma secagem uniforme.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos das diferentes etapas de caracterização foram organizados e analisados para determinar a composição gravimétrica dos resíduos, a umidade em cada etapa e a eficiência dos processos de lavagem e secagem.

Composição Gravimétrica dos Resíduos

A caracterização gravimétrica dos resíduos da amostra CDR-like revelou uma distribuição significativa entre as diferentes frações analisadas. Os resultados indicaram que 41% da amostra é composta por material orgânico, 26% por plásticos, 15% por resíduos vegetais e 18% por papelão, tecidos e outros materiais diversos. Esta composição revela a predominância de materiais orgânicos e plásticos na amostra, indicando a necessidade de processos específicos de reciclagem e tratamento para estas frações.

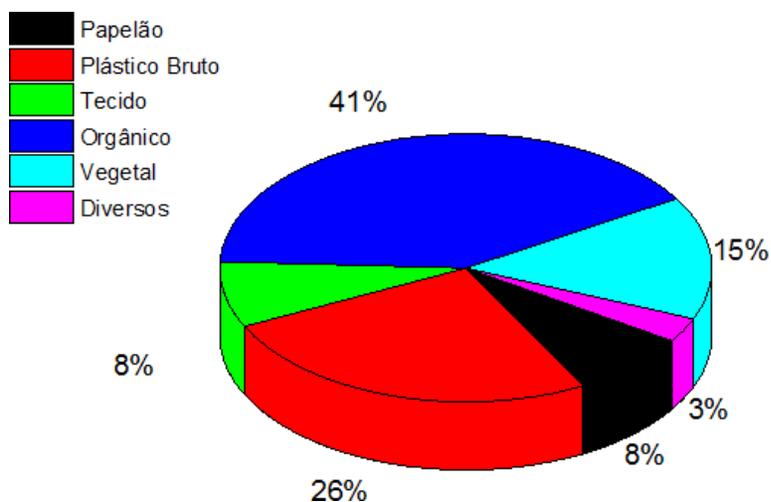


Figura 4- Classificação do CDR Like. **Fonte:** Autoria própria.

Determinação de Umidade

Os percentuais de umidade foram determinados em três etapas distintas do processo de caracterização: CDR-like, Plástico Bruto e Plástico Limpo. Os resultados são apresentados a seguir:

Tabela 1 - Umidade dos resíduos em diferentes etapas da caracterização.

Amostra	Umidade (%)
CDR Like	30,7
Plástico bruto	11,5
Plástico limpo	30,6

A análise dos dados de umidade demonstrou que o plástico bruto possui aproximadamente 40% da umidade total do CDR-like, devido à presença de materiais úmidos como tecidos, vegetais e resíduos orgânicos. Após a lavagem, o plástico limpo absorveu uma quantidade significativa de umidade, elevando seu percentual para níveis próximos aos da amostra original CDR-like.

Pesagem dos Resíduos

A pesagem dos resíduos após cada etapa de processamento revelou variações significativas nas proporções de plástico. Os dados obtidos foram os seguintes:

Tabela 2 - Frações do plástico em diferentes etapas

Plástico Bruto/ CDR Like	26%
Plástico Limpo/ Bruto	134%
Plástico Limpo Seco/CDR Like	25%
Plástico Limpo Seco/Bruto	95%

Os resultados indicam que o plástico bruto (plástico separado da amostra CDR-like sem limpeza) constitui 26% do total do CDR-like. Após a lavagem, o plástico limpo (plástico que passou pela remoção de contaminantes) apresentou uma fração maior devido à absorção de umidade durante a lavagem, representando 134% do plástico bruto. Quando seco, o plástico limpo seco (plástico que foi lavado e depois seco) corresponde a 95% do peso do plástico bruto inicial.

CONCLUSÃO

Neste estudo, foi possível demonstrar que a metodologia desenvolvida conseguiu, de maneira eficaz, classificar os resíduos plásticos oriundos de aterros sanitários, proporcionando uma base sólida para seu tratamento e reciclagem. A caracterização

gravimétrica dos resíduos revelou que a maior parte deles era composta por material orgânico (41%) e plásticos (26%), seguidos por resíduos vegetais (15%) e uma mistura de papelão, tecidos e outros materiais diversos (18%).

A metodologia aplicada permitiu uma classificação detalhada dos resíduos, destacando a predominância de materiais orgânicos e plásticos, o que sublinha a necessidade de processos específicos para o tratamento e reciclagem dessas frações. A determinação da umidade mostrou que o CDR-like continha 26% de plástico bruto com uma umidade inicial de 11%. A lavagem manual dos plásticos resultou em um aumento da umidade para 34%, evidenciando a absorção de água durante o processo. Após a secagem, o plástico limpo e seco representou 95% da massa do plástico bruto, demonstrando a eficácia da secagem em remover a umidade residual.

REFERÊNCIAS

- [1] NASCIMENTO NETO, P. Resíduos sólidos urbanos: perspectivas de gestão intermunicipal em regiões metropolitanas. São Paulo: Atlas, 2013. Acesso em: 14 jul. 2024.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020. Rio de Janeiro: ABRELPE, 2020. Acesso em: 14 jul. 2024.
- [3] INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Acesso em: 7 jul. 2024.
- [4] GUIMARÃES, G. A.; BATISTA, M. M. Avaliação do Potencial de Reciclagem dos Resíduos Sólidos Urbanos na Região Central do Município de Itacoatiara/AM. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, v. 10, n. 3, p. 260-276, 2021. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/9410/5838. DOI: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v10e32021260-276>. Acesso em: 23 jun. 2024.
- [5] PERTUSSATTI, C. A. Gestão Ambiental de Resíduos Plásticos no Brasil: Subsídios

para uma Diretriz Nacional. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020. Acesso em: 29 jun. 2024.

[6] PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Gravimetria Estimada dos Resíduos Sólidos do Município de Salvador - BA. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/gravimetria-estimada-dos-residuos-solidos-do-municipio-de-salvador-ba/>. Acesso em: 14 jul. 2024.

[7] BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 29 jun. 2024.

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR THE CLASSIFICATION OF PLASTIC WASTE FROM LANDFILLS

ABSTRACT

Efficient management of plastic waste in landfills is crucial, especially in areas without selective collection. Many of these wastes could be recycled, reducing pollution and optimizing resources. Selective collection facilitates the separation and proper disposal of recyclable materials, but moisture and contaminants can compromise their quality. Controlling moisture in plastics is essential for their recyclability. This study developed a methodology to analyze a 19.410 kg sample of waste from the Metropolitan Region of Salvador, focusing on moisture determination and categorization. The methodology included oven drying and manual washing. Results showed that raw plastics had an initial moisture content of 40%. Manual washing increased the moisture content, which was only slightly reduced after drying. The clean and dried plastic represented 95% of the raw plastic mass. Effective management involves washing and drying, making the waste more suitable for recycling and reuse, improving environmental management, and preserving natural resources.

Keywords: Recycling, Landfill waste, Moisture control.